


BEST AVAILABLE COPY

DEVICE AND METHOD FOR CORRECTING SATURATION

Patent number: JP2001218078
Publication date: 2001-08-10
Inventor: WATABE KOICHI; YAMAGUCHI YOSHIHIRO
Applicant: FUJI PHOTO FILM CO LTD
Classification:
- **International:** H04N1/60; G06T1/00; H04N1/46; H04N9/64; H04N9/68
- **European:**
Application number: JP20000256577 20000828
Priority number(s):

Also published as:

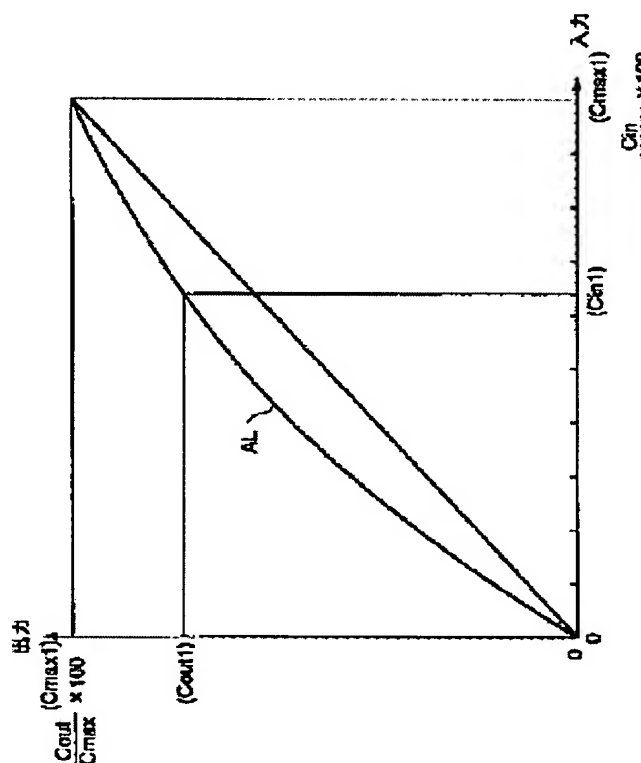
 US6823083 (B)

Report a data error he

Abstract of JP2001218078

PROBLEM TO BE SOLVED: To emphasize saturation without generating color painting out.

SOLUTION: Correction is not performed when the color difference data of one pixel is maximum saturation or minimum saturation which can be taken by the saturation data of the one pixel, and a saturation correction curve is defined so as to perform correction when the color difference data is intermediate saturation between the maximum saturation and the minimum saturation. Even though color difference data Cb and Cr are subjected to saturation correction, the color difference data Cb and Cr subjected to the saturation correction are saturated to prevent color painting out from occurring.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Patent Abstracts of Japan

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-218078
(P2001-218078A)

(43) 公開日 平成13年8月10日 (2001.8.10)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テロコト [*] (参考)
H 0 4 N 1/60		G 0 6 T 1/00	5 1 0 5 B 0 5 7
G 0 6 T 1/00	5 1 0	H 0 4 N 9/64	Z 5 C 0 6 6
H 0 4 N 1/46		9/68	1 0 1 Z 5 C 0 7 7
9/64		1/40	D 5 C 0 7 9
9/68	1 0 1	1/46	Z

審査請求 未請求 請求項の数23 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2000-256577(P2000-256577)
(22) 出願日 平成12年8月28日 (2000.8.28)
(31) 優先権主張番号 特願平11-334036
(32) 優先日 平成11年11月25日 (1999.11.25)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005201
富士写真フイルム株式会社
神奈川県南足柄市中沼210番地
(72) 発明者 渡部 康一
埼玉県朝霞市泉水三丁目11番46号 富士写
真フイルム株式会社内
(72) 発明者 山口 義弘
埼玉県朝霞市泉水三丁目11番46号 富士写
真フイルム株式会社内
(74) 代理人 100080322
弁理士 牛久 健司 (外1名)

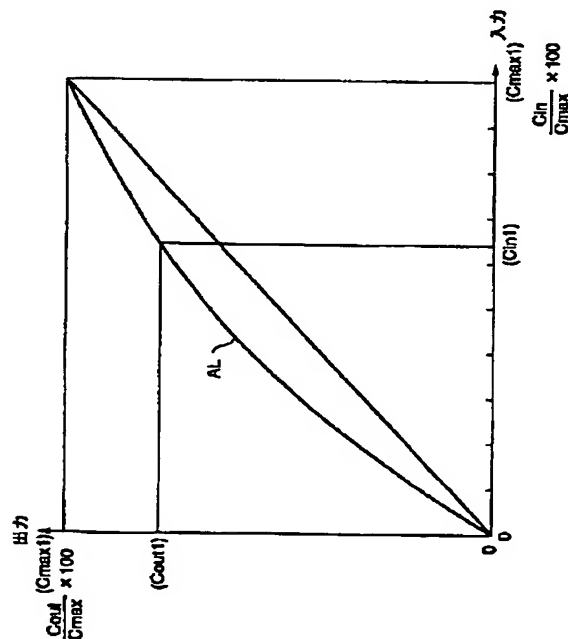
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 彩度補正装置および方法

(57) 【要約】

【目的】 色つぶれを起こすことなく、彩度を強調する。

【構成】 一画素の色差データが、この一画素の彩度データがとりうる最大彩度または最小彩度のときは補正せずに、最大彩度と最初彩度との間の中間彩度のときは補正するように彩度補正曲線を定める。色差データC_bおよびC_rが彩度補正されても、彩度補正後の色差データC_bおよびC_rが飽和し、色つぶれが起きるのを未然に防止できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 補正すべき一駒分の画像の彩度データを入力する彩度データ入力手段、および上記一駒分の画像を構成する一画素の彩度データが、この一画素の彩度データがとりうる、最大彩度と最小彩度との間の中間彩度を表す彩度データのときには強調して出力し、上記最大彩度を表すデータのときには強調処理を停止して出力する補正曲線にもとづいた彩度補正処理を、上記彩度データ入力手段から入力した一駒分の画像の彩度データについて行なう補正手段、を備えた彩度補正装置。

【請求項2】 上記補正手段が、上記一駒分の画像を構成する一画素の彩度データが上記最大彩度または上記最小彩度の彩度データのときにはそのまま出力するものである、請求項1に記載の彩度補正装置。

【請求項3】 上記補正曲線を生成する補正曲線生成手段をさらに備えた請求項1に記載の彩度補正装置。

【請求項4】 彩度補正処理後の彩度データによって表される彩度が、上記最大彩度未満となるように、上記補正曲線が定められている、請求項1に記載の彩度補正装置。

【請求項5】 上記補正曲線が円弧または複数の直線からなる折れ線である、請求項1に記載の彩度補正装置。

【請求項6】 上記彩度データに対応する輝度データおよび色相角データにもとづいて、上記補正曲線が定められている、請求項1に記載の彩度補正装置。

【請求項7】 上記彩度データ入力手段から入力した一駒分の画像の彩度データの平均値を算出する算出手段をさらに備え、上記算出手段により算出された平均値が低いほど補正の程度が強くなり、算出した平均値が高いほど補正の程度が弱くなるように、上記補正曲線が定められている、請求項1に記載の彩度補正装置。

【請求項8】 上記補正すべき一駒分の画像の色差データの特性から色差補正値を算出する補正値算出手段、および上記補正すべき一駒分の画像の色差データから上記色差補正値を減算する減算手段をさらに備え、上記補正手段は、上記減算手段によって減算された色差データに対応する彩度データについて上記補正曲線にもとづいて彩度補正処理を行うものである、請求項1に記載の彩度補正装置。

【請求項9】 最大輝度未満の第1の輝度値において三原色の値が最大値以下の値である第1の範囲および最小輝度より大きい第2の輝度値において三原色の値が最小値以上の値である第2の範囲をそれぞれ求める範囲算定手段、上記第1の三原色の値の範囲によって規定され、かつ上記最大彩度を求めるべき一画素の色相における第1の最大彩度と上記第2の三原色の値の範囲によって規定され、かつ上記最大彩度を求めるべき一画素の色相における第2の最大彩度とを求める第1の彩度算出手段、上記最大彩度を求めるべき一画素の輝度での彩度であって、上記第1の最大彩度に対応する第1の対応彩度および

上記第2の最大彩度に対応する第2の対応彩度を算出する第2の彩度算出手段、ならびに上記第2の彩度算出手段により算出された上記第1の対応彩度と上記第2の対応彩度とのうち値が小さい方の彩度を上記最大彩度と決定する彩度決定手段、をさらに備えた請求項1に記載の彩度補正装置。

【請求項10】 画素を表す画素データが取り得る最大彩度を求める装置において、最大輝度未満の第1の輝度値において三原色の値が最大値以下の値である第1の範囲および最小輝度より大きい第2の輝度値において三原色の値が最小値以上の値である第2の範囲をそれぞれ求める範囲算定手段、上記第1の三原色の値の範囲によって規定され、かつ最大彩度を求めるべき一画素の色相における第1の最大彩度と上記第2の三原色の値の範囲によって規定され、かつ上記最大彩度を求めるべき一画素の色相における第2の最大彩度とを求める第1の彩度算出手段、上記最大彩度を求めるべき一画素の輝度での彩度であって、上記第1の最大彩度に対応する第1の対応彩度および上記第2の最大彩度に対応する第2の対応彩度を算出する第2の彩度算出手段、ならびに上記第2の彩度算出手段により求められた上記第1の対応彩度と上記第2の対応彩度とのうち値が小さい方の彩度を上記画素データの最大彩度と決定する決定手段、を備えた最大彩度算出装置。

【請求項11】 上記第1の輝度と上記第2の輝度との加算平均により得られる輝度が最小輝度と最大輝度との中間の輝度となるように上記第1の輝度と上記第2の輝度とが定められており、上記範囲算定手段が、上記第1の三原色の値の範囲および上記第2の三原色の値の範囲の一方の範囲を、他方の範囲にもとづいて求めるものである、請求項10に記載の最大彩度算出装置。

【請求項12】 彩度を補正すべき補正対象画素の色相において最大彩度を与える輝度を算出する輝度算出手段、および上記輝度算出手段によって算出された輝度と、上記補正対象画素の輝度との差がある場合に、その差が小さくなるように上記補正対象画素の輝度値を補正する輝度補正手段、を備えた画素データ補正装置。

【請求項13】 彩度が高くなるように上記輝度値が補正された補正対象画素の彩度を補正する彩度補正手段をさらに備えた請求項12に記載の画素データ補正装置。

【請求項14】 上記補正対象画素の色相および彩度のうち少なくとも一方にもとづいて、上記輝度補正手段による輝度値の補正量を決定する決定手段をさらに備えた請求項12に記載の画素データ補正装置。

【請求項15】 彩度を補正すべき補正対象画素の色相における最大彩度が、色相を変更することによりさらに大きくできるかどうかを判定する判定手段、および上記判定手段により上記最大彩度が色相を変更することによりさらに大きくできると判定されたことに応じて上記補正画素の色相を、最大彩度が大きくなるように変更する

色相変更手段、を備えた画素データ補正装置。

【請求項16】 彩度を補正すべき補正対象画素の色相を表わすデータを入力する入力手段、および上記入力手段から入力した色相データによって表わされる色相を挟む原色の色相のうち近い方に近づける色相変更手段を備えた画素データ補正装置。

【請求項17】 入力する彩度を強調して出力する補正特性を有する補正曲線にもとづいて画素の彩度を補正する装置において、彩度を補正すべき画素の色と三原色のそれぞれの原色との色空間上の距離のうち最も近い距離を算出する算出手段、および入力可能な最大彩度がさらに強調されて出力され、かつ上記算出手段によって算出された上記距離が大きいほどその強調の程度が高く、上記距離が小さいほどその強調の程度が低くなるように上記補正曲線を決定する手段、を備えた彩度補正装置。

【請求項18】 補正すべき一駒分の画像の彩度データを入力し、上記一駒分の画像を構成する一画素の彩度データが、この一画素の彩度データがとりうる最大彩度と最小彩度との間の中間彩度を表す彩度データのときには強調して出力し、上記最大彩度を表わすデータのときには強調処理を停止して出力する補正曲線にもとづいた彩度補正処理を、入力した一駒分の画像の彩度データについて行う、彩度補正方法。

【請求項19】 画素を表す画素データが取り得る最大彩度を求める装置において、最大輝度未満の第1の輝度値において三原色の値が最大値以下の値である第1の範囲および最小輝度より大きい第2の輝度値において三原色の値が最小値以上の値である第2の範囲をそれぞれ求め、上記第1の三原色の値の範囲によって規定され、かつ最大彩度を求めるべき一画素の色相における第1の最大彩度と上記第2の三原色の値の範囲によって規定され、かつ上記最大彩度を求めるべき一画素の色相における第2の最大彩度を求め、上記最大彩度を求めるべき一画素の輝度での彩度であって、上記第1の最大彩度に対応する第1の対応彩度および上記第2の最大彩度に対応する第2の対応彩度を算出し、求められた上記第1の対応彩度と上記第2の対応彩度とのうち値が小さい方の彩度を上記画素データの最大彩度と決定する、最大彩度算出方法。

【請求項20】 彩度を補正すべき補正対象画素の色相において最大彩度を与える輝度を算出し、算出された輝度と、上記補正対象画素の輝度との差がある場合に、その差が小さくなるように上記補正対象画素の輝度値を補正する、画素データ補正方法。

【請求項21】 彩度を補正すべき補正対象画素の色相における最大彩度が、色相を変更することによりさらに大きくできるかどうかを判定し、上記最大彩度が色相を変更することによりさらに大きくできると判定されたことに応じて上記補正対象画素の色相を、最大彩度が大きくなるように変更する、画素データ変更方法。

【請求項22】 彩度を補正すべき補正対象画素の色相を、その色相を挟む原色の色相のうち近い方に近づける画素データ補正方法。

【請求項23】 入力する彩度を強調して出力する補正特性を有する補正曲線にもとづいて画素の彩度を補正する装置において、彩度を補正すべき画素の色と三原色のそれぞれの原色との色空間上の距離のうち最も近い距離を算出し、入力可能な最大彩度がさらに強調されて出力され、かつ算出された上記距離が大きいほどその強調の程度が高く、上記距離が小さいほどその強調の程度が低くなるように上記補正曲線を決定する、彩度補正曲線決定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【技術分野】 この発明は、彩度を表すデータを補正する装置、最大彩度を算出する装置および画素データ補正装置ならびにそれらの方法および彩度補正曲線決定方法に関する。

【0002】

【発明の背景】 カラー・スキャナなどを用いて読み取ったカラー画像は、彩度が不足していることがある。このようなカラー画像においては、彩度を強調する補正処理が行われることがある。明度、彩度および色相がそれぞれ独立で扱うことができる均等知覚色空間における座標系（たとえば、 $L^*a^*b^*$ 座標系、 $L^*u^*v^*$ 座標系など）において、彩度に固定係数を乗じることにより、彩度強調補正が行われる。

【0003】 しかしながら、表現できる彩度には制限がある。このために、彩度に一律の固定係数を乗じることにより彩度強調補正が行われると、補正後の彩度が飽和してしまうことがある。飽和により色つぶれが起こる。

【0004】

【発明の開示】 この発明は、色つぶれを起こさずに彩度を強調することを目的とする。またこの発明は一画素が取り得る最大彩度を算出することを目的とする。さらにこの発明は、最大彩度を変更できるようにすることを目的とする。

【0005】 第1の発明による彩度補正装置は、補正すべき一駒分の画像の彩度データを入力する彩度データ入力手段、および上記一駒分の画像を構成する一画素の彩度データが、この一画素の彩度データがとりうる、最大彩度と最小彩度との間の中間彩度を表す彩度データのときには強調して出力し、上記最大彩度を表わすデータのときには強調処理を停止して出力する補正曲線にもとづいた彩度補正処理を、上記彩度データ入力手段から入力した一駒分の画像の彩度データについて行なう補正手段を備えていることを特徴とする。

【0006】 第1の発明は、上記装置に適した方法も提供している。すなわち、この方法は、補正すべき一駒分の画像の彩度データを入力し、上記一駒分の画像を構成

する一画素の彩度データが、この一画素の彩度データがとりうる最大彩度と最小彩度との間の中間彩度を表す彩度データのときには強調して出力し、上記最大彩度を表わすデータのときには強調処理を停止して出力する補正曲線にもとづいた彩度補正処理を、入力した一駒分の画像の彩度データについて行うものである。

【0007】第1の発明によると、補正すべき一駒分の画像の彩度データが入力される。上記一駒分の画像を構成する一画素の彩度データが、この一画素の彩度データがとりうる最大彩度と最小彩度との間の中間彩度の彩度データのときには強調して出力し、上記最大彩度を表わすデータのときには強調処理を停止して出力する補正が、一駒分の画像の彩度データについて行われる。

【0008】第1の発明によると、一画素の彩度データが、この一画素の彩度データがとりうる最大彩度の彩度データのときには、彩度を強調する補正が行われないので、彩度を強調する補正により彩度データが飽和してしまうことを未然に防止できる。したがって、彩度強調処理による色つぶれを未然に防止することができる。一画素の彩度データが上記中間彩度の彩度データのときには彩度強調処理による補正が行なわれる。色鮮やかな画像が得られる。

【0009】上記一駒分の画像を構成する一画素の彩度データが上記最大彩度または上記最小彩度の彩度データのときには、そのまま出力するようにしてもよい。上記最大彩度のデータのときには彩度を弱める処理をしてもよい。

【0010】上記補正曲線を生成する補正曲線生成装置をさらに備えても良い。この補正曲線は、テーブルの形態で生成し、あらかじめ記憶しておいてもよい。

【0011】彩度補正処理後の彩度データによって表される彩度が、上記最大彩度未満となるように、上記補正曲線が定められているとよい。中間彩度において、彩度強調補正をしても、補正後の彩度が飽和することを未然に防止することができる。

【0012】上記補正曲線は、たとえば、円弧または折れ線によって実現することができる。

【0013】上記補正曲線は、具体的には、上記彩度データに対応する輝度データおよび色相角データにもとづいて、最大彩度を算出し、算出された最大彩度にもとづいて定めることができる。

【0014】たとえば、一駒分の画像の彩度データの平均値を算出し、算出した平均値が低いほど補正の程度が強く、算出した平均値が高いほど補正の程度が弱くなるように、補正曲線を定める。

【0015】上記補正すべき一駒分の画像の色差データの特性から色差補正値を算出する補正値算出手段、および上記補正すべき一駒分の画像の色差データから上記色差補正値を減算する減算手段をさらに備えてもよい。この場合、上記補正手段は、上記減算手段によって減算さ

れた色差データに対応する彩度データについて上記補正曲線にもとづいて彩度補正処理を行うものとなろう。

【0016】撮影時における撮影光源にもとづく色が被写体像にさらに重畳される（いわゆる色かぶり）ことがある。色かぶりが生じているときに彩度強調が行われると、色かぶりがさらに強調されることがある。

【0017】補正すべき一駒分の画像の色差データから、所定の色差補正値が算出されるので、彩度補正しても色かぶりを強調してしまうことを未然に防止できる。

【0018】最大輝度未満の第1の輝度値において三原色の値が最大値以下の値である第1の範囲および最小輝度より大きい第2の輝度値において三原色の値が最小値以上の値である第2の範囲をそれぞれ求める範囲算出手段、上記第1の三原色の値の範囲によって規定され、かつ上記最大彩度を求めるべき一画素の色相における第1の最大彩度と上記第2の三原色の値の範囲によって規定され、かつ上記最大彩度を求めるべき一画素の色相における第2の最大彩度とを求める第1の彩度算出手段、上記最大彩度を求めるべき一画素の輝度での彩度であって、上記第1の最大彩度に対応する第1の対応彩度および上記第2の最大彩度に対応する第2の対応彩度を算出する第2の彩度算出手段、ならびに上記第2の彩度算出手段により算出された上記第1の対応彩度と上記第2の対応彩度とのうち値が小さい方の彩度を上記最大彩度と決定する彩度決定手段をさらに備えてもよい。これにより、上記最大彩度を算出することができる。第1の輝度と第2の輝度とは同じ値であっても異なるものであってもよい。

【0019】最大彩度の算出装置を単独で構成することもできる。また、この発明は、最大彩度の算出方法も提供している。すなわち、この方法は、画素を表す画素データが取り得る最大彩度を求める装置において、最大輝度未満の第1の輝度値において三原色の値が最大値以下の値である第1の範囲および最小輝度より大きい第2の輝度値において三原色の値が最小値以上の値である第2の範囲をそれぞれ求め、上記第1の三原色の値の範囲によって規定され、かつ最大彩度を求めるべき一画素の色相における第1の最大彩度と上記第2の三原色の値の範囲によって規定され、かつ上記最大彩度を求めるべき一画素の色相における第2の最大彩度を求め、上記最大彩度を求めるべき一画素の輝度での彩度であって、上記第1の最大彩度に対応する第1の対応彩度および上記第2の最大彩度に対応する第2の対応彩度を算出し、求められた上記第1の対応彩度と上記第2の対応彩度とのうち値が小さい方の彩度を上記画素データの最大彩度と決定するものである。

【0020】上記第1の彩度および上記第2の彩度をあらかじめ記憶しておき（記憶手段）、記憶されている上記第1の彩度および上記第2の彩度を用いて上記最大彩度を算出してもよい。

【0021】上記第1の輝度と上記第2の輝度との加算平均により得られる輝度が最小輝度と最大輝度との中間の輝度となるように上記第1の輝度と上記第2の輝度とを定めるとよい。この場合、上記第1の三原色の値の範囲および上記第2の三原色の値の範囲の一方の範囲が、他方の範囲にもとづいて求められる。

【0022】第2の発明による画素データ補正装置は、彩度を補正すべき補正対象画素の色相において最大彩度を与える輝度を算出する輝度算出手段、および上記輝度算出手段によって算出された輝度と、上記補正対象画素の輝度との差がある場合に、その差が小さくなるように上記補正対象画素の輝度値を補正する輝度補正手段を備えていることを特徴とする。

【0023】第2の発明は、上記装置に適した方法も提供している。すなわち、この方法は、彩度を補正すべき補正対象画素の色相において最大彩度を与える輝度を算出し、算出された輝度と、上記補正対象画素の輝度との差がある場合に、その差が小さくなるように上記補正対象画素の輝度値を補正するものである。

【0024】上述したようにある一の画素が取り得る最大彩度には制限がある。しかしながら、その一の画素の輝度を変えることによりその一の画素が取り得る最大彩度をさらに大きくすることができる。

【0025】第2の発明によると、上記補正対象画素の色相において最大彩度を与える輝度を算出している。算出された輝度と上記補正対象画素の輝度との差がある場合には、輝度を変えることにより最大彩度をさらに大きくできることを示している。このために、算出された輝度と上記補正対象画素の輝度との差がある場合には、その差が小さくなるように補正対象画素の輝度値が補正される。輝度値が変化しても彩度をさらに大きくすることができるようになる。

【0026】このようにして輝度値が補正された補正対象画素の彩度が補正される。より鮮やかな画素を得ることができるようになる。

【0027】上記補正対象画素の色相、彩度、彩度と最大彩度との比などにもとづいて、上記輝度補正手段による輝度値の補正量を決定する決定手段をさらに備えても良い。

【0028】また、輝度の補正量を一定量以下に制限してもよい。実際に得られる画像の明るさと余り隔たりのない画像が得られる。色相、彩度などに応じて、輝度の補正量を制限してもよい。

【0029】第3の発明による画素データ補正装置は、彩度を補正すべき補正対象画素の色相における最大彩度が、色相を変更することによりさらに大きくできるかどうかを判定する判定手段、および上記判定手段により上記最大彩度が色相を変更することによりさらに大きくできると判定されたことに応じて上記補正画素の色相を、最大彩度が大きくなるように変更する色相変更手段を備

えていることを特徴とする。

【0030】第3の発明は、上記装置に適した方法も提供している。すなわち、この方法は、彩度を補正すべき補正対象画素の色相における最大彩度が、色相を変更することによりさらに大きくできるかどうかを判定し、上記最大彩度が色相を変更することによりさらに大きくできると判定されたことに応じて上記補正対象画素の色相を、最大彩度が大きくなるように変更するものである。

【0031】第3の発明によると、色相を変更することにより最大彩度をさらに大きくできるかどうかを判定している。最大彩度をさらに大きくできるときには、上記補正対象画素の色相がさらに大きくなるように変更される。色相が変化しても彩度をさらに上げることができるようになる。色相よりも鮮やかさを強調したい場合に適している。このようにして色相が補正された補正対象画素の彩度が補正される。より鮮やかな画素を得ることができるようになる。

【0032】この場合も一定の範囲内において色相を変更できるようにしてもよい。

【0033】第4の発明による画素データ補正装置は、彩度を補正すべき補正対象画素の色相を表わすデータを入力する入力手段、および上記入力手段から入力した色相データによって表わされる色相を挟む原色の色相のうち近い方に近づける色相変更手段を備えていることを特徴とする。

【0034】第4の発明は上記装置に適した方法も提供している。すなわち、彩度を補正すべき補正対象画素の色相を、その色相を挟む原色の色相のうち近い方に近づけるものである。

【0035】このような補正によっても鮮やかな画素を得ることができる。

【0036】第5の発明は、入力する彩度を強調して出力する補正特性を有する補正曲線にもとづいて画素の彩度を補正する装置において、彩度を補正すべき画素の色と三原色のそれぞれの原色との色空間上の距離のうち最も近い距離を算出する算出手段、および入力可能な最大彩度がさらに強調されて出力され、かつ上記算出手段によって算出された上記距離が大きいほどその強調の程度が高く、上記距離が小さいほどその強調の程度が低くなるように上記補正曲線を決定する手段を備えていることを特徴とする。

【0037】第5の発明は、上記装置に適した補正曲線決定方法も提供している。すなわち、この方法は、入力する彩度を強調して出力する補正特性を有する補正曲線にもとづいて画素の彩度を補正する装置において、彩度を補正すべき画素の色と三原色のそれぞれの原色との色空間上の距離のうち最も近い距離を算出し、入力可能な最大彩度がさらに強調されて出力され、かつ算出された上記距離が大きいほどその強調の程度が高く、上記距離が小さいほどその強調の程度が低くなるように上記補正

曲線を決定するものである。

【0038】第5の発明によると、彩度を補正すべき画素の色と三原色のそれぞれの色との色空間上における距離が算出される。そして、彩度を補正すべき画素の色が原色から遠いほど（距離が大きいほど）強調の程度が低く、彩度を補正すべき画素の色が原色に近いほど（距離が小さいほど）強調の程度が高くなるように補正曲線が決定される。決定された補正曲線にもとづいて彩度が補正される。

【0039】彩度を補正すべき画素の色が原色に近い場合に、100%を超えて彩度を強調するといわゆる色つぶれが起きる可能性が高くなる。第5の発明によると彩度を補正すべき画素の色が原色に近いと強調の程度を小さくしているので、色つぶれが起きる可能性が低くなる。また、彩度を補正すべき画素の色が原色から遠いと強調の程度を100%を超えるように大きくしているので、彩度がより強調された鮮やかな画素を得ることができる。

【0040】

【実施例の説明】図1から図4は、輝度Yならびに色差Cb（B-Y）およびCr（R-Y）の色空間を示している。この実施例では色差平面（CbCr面）における原点（輝度Y軸）からの距離を彩度とみなしている。L*a*b*座標系においてはa*b*平面における原点（L*）からの距離が彩度である。

【0041】輝度Yならびに色差CbおよびCrとRGB色空間におけるRGBとの間には、式1から式3に示す関係がある。

【0042】

$$Y = 0.2990R + 0.5870G + 0.1140B \dots \text{式1}$$

$$Cb = -0.1687R - 0.3313G + 0.5000B \dots \text{式2}$$

$$Cr = 0.5000R - 0.4187G + 0.813B \dots \text{式3}$$

【0043】式1から式3は、式4から式6のように書き換えることができる。

$$R = Y + 1.40200Cb \dots \text{式4}$$

$$G = Y - 0.34414Cb - 0.71414Cr \dots \text{式5}$$

$$B = Y + 1.77200Cb \dots \text{式6}$$

【0045】R、GおよびBの各データを8ビットで表現すると、R、G、Bの各データが取りうる値は、十進数では、0から255となる。R、G、Bの各データが、十進数で取りうる値が0から255とすると、R、G、Bの各データを輝度Yならびに色差CbおよびCrに変換したときに、輝度Yならびに色差CbおよびCrが取りうる値も制限される。

【0046】図1から図4において、立体Sの範囲内がRGBデータを0から255で表したときに存在するY、CbおよびCrの領域となる。RGBデータを0から255で表したときに、立体Sの範囲外にはY、Cbおよび

Crは存在しない。

【0047】図5は、図1から図4に示す立体Sにおいて輝度Y=56の色差CbおよびCr平面の色再現域を示している。

【0048】輝度Y=56においては、実線Lで囲まれた領域内（色再現域という）が、R、G、Bの各データが存在する色差CbおよびCrの値である。

【0049】たとえば、輝度Y=56、色差Cb=60、色差Cr=80の画素の点を考える。これらの値を式4から式6に代入すると、R=168.16、G=-21.78、B=162.32となる。Gの値は、負となってしまう（十進数で0から255の範囲内に存在しない）ため、色差Cb=60、色差Cr=80の座標点は、輝度Y=56の色再現域内には、存在しないこととなる。

【0050】この実施例では、色再現域を考慮して、色再現域内に存在する色差（彩度）を強調するものである。実線Lで囲まれた色再現域の限界の色差CbおよびCrが最大彩度である。

【0051】図6は、彩度補正するための彩度補正曲線を示している。

【0052】彩度補正曲線は、補正すべき一駒の画像ごとに一つ定まる。

【0053】この彩度補正曲線は、入力が最小彩度0または最大彩度Cmaxのときに彩度を強調せずに入力した値でそのまま出力するものである。入力が最小彩度と最大彩度との間の中間彩度のときには強調する。

【0054】図5および図6を参照して、補正すべき一駒の画像を構成する一つの画素を表す画素データが図5におけるC1点の位置に存在するものとする。このC1点の画素データを図6に示す補正曲線を用いて彩度補正する手順について説明する。

【0055】図7は、補正曲線を用いて彩度補正する手順を説明するためのグラフである。

【0056】まず、原点とC1とを結ぶ直線SLを考える。直線SLをさらに延ばし、色再現域の境界の実線Lと交わる点をCmax1とする（また直線SLとCb軸とのなす角θが後述する色相角である）。図5における原点OとC1との間と、原点OとCmax1の間と、の比率と同じとなるように、図6における原点OとCin1の間と、原点OとCmax1の間と、の比率を定める（図7参照）。入力Cin1の位置に対応する出力Cout1を彩度補正曲線から求める。求められた出力Cout1が彩度補正された色差である。

【0057】具体的には、彩度補正曲線は、式7によって表される。

【0058】

【数1】

$$C_{out} = \frac{C_{max}}{100} \left\{ \sqrt{a^2 + (100-a)^2} - \left(100 \frac{C_{in}}{C_{max}} - a \right) + 100 - a \right\}$$

・・・式7

【0059】ここで、 a は彩度補正曲線のパラメータであり、曲率を決定するものである。このパラメータ a は、式8によって表される。

【0060】 $a = 2.5 C_{mean} + 180 \cdots$ 数8

【0061】 C_{mean} は、彩度補正すべき画像データによって表される一駒分の画像の画像データの平均の彩度値である。

【0062】平均彩度値 C_{mean} が大きくなるほど、パラメータ a の値は、大きくなる。すると、彩度の補正量は、小さくなる。逆に平均彩度値 C_{mean} が小さくなるほど、パラメータ a の値は小さくなる。すると、彩度の補正量は大きくなる。

【0063】この実施例による彩度補正は、上述したように $YCbCr$ 色空間における色再現域を考慮して、図6に示す補正曲線にしたがった彩度補正を行なうものである。

【0064】図8は、彩度補正装置の電気的構成を示すブロック図である。図9は、彩度補正装置を構成する画像データ解析回路における画像データ解析処理手順を示すフローチャートである。図10は、彩度補正処理の処理手順を示すフローチャートである。

【0065】ディジタル・ステル・カメラ、スキャナなどから出力された一駒分の画像を表わす RGB 画像データが、インターフェイス11に与えられ、彩度補正装置に入力する。一駒分の RGB 画像データは、画像データ展開メモリ12に与えられ、一時的に記憶される。

【0066】画像データ展開メモリ12において、入力した RGB 画像データが輝度データ Y ならびに色差データ Cb および Cr に変換されて出力される。画像データ展開メモリ12から出力した輝度データ Y ならびに色差データ Cb および Cr は、画像データ解析回路13に入力する。

【0067】画像データ解析回路13において、色差補正值が算出される(図9、ステップ31)。具体的には、一駒分の画像データのうち、輝度が最大値から1%以内の高輝度データに対応する色差データ Cb および Cr の平均値が算出される。これらの色差データ Cb および Cr の平均値 Cb_{HL} および Cr_{HL} が色差補正值とされる。全画素の色差データ Cb および Cr の平均値を算出し、算出された平均値を用いて色差補正值を修正してもよい。算出された色差補正值は、色差補正值記憶回路14に与えられ、一時的に記憶される。

【0068】つぎに、上述したように一駒分の色差データ Cb 、 Cr の平均色度(彩度)データ C_{mean} が算出さ

れる(図8、ステップ32)。平均彩度データ C_{mean} が算出されると、算出された平均彩度データ C_{mean} から式8にしたがって上述したパラメータ a が算出される。このパラメータ a を用いて式7に示す補正曲線が算出される(図8、ステップ33)。算出された補正曲線を示すデータは、画像データ解析回路13から彩度補正曲線記憶回路15に与えられ、一時的に記憶される。

【0069】画像展開メモリ12に記憶されている一駒分の画像を表す画像データのうち、彩度補正すべき画素分の輝度データ Y ならびに色差データ Cb および Cr が画像データ変換回路16内の色差補正回路17に入力する。

【0070】色差補正回路17には、色差補正值記憶回路14に一時的に記憶されている色差補正值 Cb_{HL} および Cr_{HL} も与えられる。色差補正回路17において、入力した色差データ Cb から色差補正值 Cb_{HL} が減算され、色差補正後の色差データ Cb_1 が得られる。また入力した色差データ Cr から色差補正值 Cr_{HL} が減算され、色差補正後の色差データ Cr_1 が得られる。これにより、色差補正が行われる(ステップ41)。

【0071】色差補正により、彩度補正装置に入力した画像データの撮影時におけるいわゆる色かぶり(蛍光灯の緑色かぶり、タングステン光のオレンジ色かぶりなど)を低減させることができる。

【0072】色差補正回路17から出力した輝度データ Y ならびに色差データ Cr_1 および Cb_1 は、彩度補正回路18に入力する。彩度補正回路18において次に述べる彩度補正が行われる(ステップ18)。

【0073】まず、彩度補正すべきデータについての最大彩度データ C_{max1} (図5に示すように、原点 O と彩度補正すべきデータとを結ぶ直線を延長した線が実線 L と交わる点)が算出される(ステップ42)。最大彩度データ C_{max1} は、輝度データ Y と色相角 θ を用いて算出することができる。色相角 θ は、色差データ Cb_1 および Cr_1 を用いて、式9から得られる。

【0074】

【数2】

$$\theta = \frac{180}{\pi} \cdot \tan^{-1} \left(\frac{Cr_1}{Cb_1} \right) \cdots \text{式9}$$

【0075】算出された最大彩度データ C_{max1} (= C_{max})、パラメータ a および補正すべき色差データ C_{in1} (C_{in})が上述した式7の補正曲線に入力される。これにより彩度補正処理が行われる(ステップ43)。 C_{in1} は、この場合式10から得られる。

【0076】

$$C_{in1} = \sqrt{(C_{b1}^2 + C_{r1}^2)} \dots \text{式10}$$

【0077】 彩度補正により得られた補正後の色差 C_{out1} (C_{out}) から式11にしたがって補正後の色差データ C_{b2} および C_{r2} とが算出される (ステップ44)。

【0078】

$$C_{b2} = C_{b1} \cdot (C_{out} / C_{in})$$

$$C_{r2} = C_{r1} \cdot (C_{out} / C_{in}) \dots \text{式11}$$

【0079】 このような色差補正および彩度補正が一駒分の輝度データ Y ならびに色差データ C_b および C_r について繰り返される。一駒分の輝度データ Y ならびに色差データ C_b および C_r について色差補正および彩度補正が行われると、その補正後の一駒分の画像データは、インターフェイス19を介して表示装置20およびプリンタ21に入力する。これにより、彩度が強調された画像が表示装置20の表示画面上に表示される。また、プリンタ21により、彩度が強調された画像がプリントされる。

【0080】 この実施例においては、彩度補正後の色差データが飽和しないように彩度補正することができる。表示される画像またはプリンタされる画像に色づぶれが生じるのを未然に防止することができる。

【0081】 上述した補正曲線は円弧であったが、折れ線としてもよい。折れ線とした場合であっても補正後の彩度は最大彩度を超えないように定められているのはいうまでもない。

【0082】 また上記においては、最大彩度または最小彩度の彩度データのときには補正せずにそのまま出力しているが、最大彩度を下げる補正または最小彩度を上げる補正を行ってもよい。さらに、上記補正は彩度を強調する補正であったが彩度を下げる補正でもよい。その場合、最大彩度および最小彩度の少なくとも一方は補正処理をしないようにしてもよい。

【0083】 上記実施例においてはすべて計算処理により行っているが、あらかじめ計算処理をしておき、テーブル・データとしてメモリに格納し、必要に応じてメモリから読み出して上記補正処理を行うようにしてもよい。

【0084】 次に上述した最大彩度 C_{max} の算出方法について述べる。

【0085】 この実施例における最大彩度 C_{max} は、まず、輝度 $Y=0$ (最小輝度) においてRGBの各画像データが最大値以下 (255以下であり、マイナスを含む) の値である第1の範囲および輝度 $Y=255$ (最大輝度) においてRGBの各画像データが最小値以上 (0以上であり、255以上を含む) の値である第2の範囲が検出される。次に最大彩度を求めるべき一画素の色相における、輝度 $Y=0$ においてRGBの各画像データが最大値以下の値である範囲の最大彩度 (第1の最大彩度) と輝度 $Y=255$ においてRGBの各画像データが最小値以上の値である範囲の最大彩度 (第2の最大彩度) とが求め

られる。求められた第1の最大彩度と第2の最大彩度のうち値が小さい方の彩度が求めるべき最大彩度 C_{max} とされる。

【0086】 まず、第1の範囲を求める。

【0087】 図11は、輝度 $Y=0$ においてRGBの各画像データが最大値以下の値である第1の範囲 ($R=G=B=255$ のそれぞれの平面で囲まれる範囲) $d1$ の三角形 (ハッチングで示す) を、輝度 Y ならびに色差 C_b および C_r の色空間上において示している。この図においては、上述した立体 S も示されている。図12および図13は、輝度 $Y=0$ においてRGBの各画像データが最大値以下の値である第1の範囲 $d1$ の三角形を、 $C_b C_r$ 平面上において表している。

【0088】 式2および式3は、式12および式13 (R, G, B が $0 \sim 255$ の範囲であるため係数を乗じている) のように書き換えることができる。

$$C_r = (R - Y) \times 0.7132 \dots \text{式12}$$

$$C_b = (B - Y) \times 0.5643 \dots \text{式13}$$

【0090】 この第1の範囲 $d1$ は、式1ならびに式12および式13を参照して次のようにして求めることができる。

【0091】 まず、 $Y=0$ において、 $B=255$ の境界を求める。式13に $Y=0, B=255$ を代入すると、

$$C_b = (255 - 0) \times 0.5643$$

$$= 255 \times 0.5643$$

$$= 143.9 \dots \text{式14}$$

【0092】 この式14が第1の範囲 $d1$ の三角形の一边を構成する式である。

【0093】 次に $Y=0$ において $R=255$ の境界を求める。式12に $Y=0, R=255$ を代入すると、

$$C_r = (255 - 0) \times 0.7132$$

$$= 255 \times 0.7132$$

$$= 181.9 \dots \text{式15}$$

【0094】 この式15が第1の範囲 $d1$ の三角形の一边を構成する式である。

【0095】 さらに、 $Y=0, G=255$ の境界を求める。式1に $Y=0, G=255$ を代入すると、

$$0 = 0.299 \times R + 0.587 \times 255 + 0.114 \times B \dots \text{式16}$$

が得られる。

【0096】 また、式12および式13に $Y=0, G=255$ を代入すると、式17および式18を得る。

$$C_r = (R - 0) \times 0.7132 \dots \text{式17}$$

$$C_b = (B - 0) \times 0.5643 \dots \text{式18}$$

【0097】 式17および式18を変形すると、式19および式20となる。

$$R = C_r / 0.7132 \dots \text{式19}$$

$$B = C_b / 0.5643 \dots \text{式20}$$

【0099】 式19および式20を式16に代入すると、式21が得られる。

【0100】

$$O = 0.299 \times Cr / 0.7132 + 0.587 \times 255 + 0.114 \times Cb / 0.5643 \quad \dots \text{式21}$$

【0101】この式21を変形して整理すると式22が得られる。

【0102】

$$Cr = -357.0 - 0.4819 \times Cb \quad \dots \text{式22}$$

【0103】この式22が第1の範囲d1の三角形を構成する最後の一边を示している。

【0104】このようにして求められた第1の範囲d1の三角形は、図11を参照して、立体Sの角頂点をs1～s8とすると、頂点s1と頂点s5との延長線上に第1の範囲d1の三角形の頂点Aがあり、頂点s1と頂点s2との延長線上に第1の範囲d1の三角形の頂点Bがあり、頂点s1と頂点s4との延長線上に第1の範囲d1の三角形の頂点Cがあることとなる。

【0105】以上のようにして、式14、式15および式22から第1の範囲d1が求められると、 $Y=0$ のCbCr平面上における原点Cb=Cr=0の点から第1の範囲d1の周囲までの距離（この距離が最大彩度を表している）を算出するための式を求める。

【0106】上述のように、第1の範囲d1を構成する

$$\max \theta O[\theta] = \sqrt{\{143.9 \times 143.9 + (143.9 \times \tan(\theta))^2\}} \quad \dots \text{式23}$$

【0110】角 θ が52度以上であり、かつ170度未満のときには（原点Cb=Cr=0と第1の範囲d1の三角形を構成する周囲上の点とを結ぶ線が、原点Cb=Cr=0と頂点Aとを結ぶ線と、原点Cb=Cr=0と頂点

$$\max \theta O[\theta] = \sqrt{\{181.9 \times 181.9 + (181.9 / \tan(\theta))^2\}} \quad \dots \text{式24}$$

【0112】角 θ が170度以上であり、かつ289度未満のときには（原点Cb=Cr=0と第1の範囲d1の三角形を構成する周囲上の点とを結ぶ線が、原点Cb=Cr=0と頂点Bとを結ぶ線と、原点Cb=Cr=0と頂

$$\max \theta O[\theta] = \sqrt{(Cr \times Cr + Cb \times Cb)} \quad \dots \text{式25}$$

【0114】但し、 $Cr = -357.0 / (1 + 0.4819 / \tan(\theta))$ 、（式22に $Cb = Cr / \tan(\theta)$ を代入することにより得られる）であり、 $Cb = -357.0 / \tan(\theta) / (1 + 0.4819 / \tan(\theta))$ 、（ $Cb = Cr / \tan(\theta)$ に式22を代入することにより得られる）である。

【0115】角 θ が289度以上であり、かつ360度未満

$$\max \theta O[\theta] = \sqrt{\{143.9 \times 143.9 + (143.9 \times \tan(\theta))^2\}} \quad \dots \text{式26}$$

【0117】次に $Y=255$ においてRGBの各画像データが最小値以上の値である第2の範囲d2の三角形が求められる。

【0118】図14および15は、輝度 $Y=255$ においてRGBの各画像データが取り得る第2の範囲（ $R=G=B=0$ のそれぞれの平面で囲まれる範囲）d2の三角形を、CbCr平面上において表すものである。

【0119】第2の範囲d2は、上述した式1ならびに式12および式13を参照して次のようにして求めることができる。

【0120】まず、 $Y=255$ において、 $B=0$ の境界を求める。式13に $Y=255$ および $B=0$ を代入すると、

三角形のうち、 $Cr=181.9$ の辺と $Cb=143.9$ の辺との交点を頂点A、 $Cr=181.9$ の辺と $Cr=-357.0 - 0.4819 \times Cb$ の辺との交点を頂点B、 $Cr=-357.0 - 0.4819 \times Cb$ の辺と $Cb=143.9$ の辺との交点を頂点Cとする。

【0107】また図13を参照して、原点Cb=Cr=0と第1の範囲d1の三角形を構成する辺上の点とを結ぶ線 $L\theta$ と、Cb軸とのなす角を θ （この θ は、上述したように色相を表している。）とすると、この角 θ ごとに、原点Cb=Cr=0の点から第1の範囲d1の辺までの距離が異なる。

【0108】角 θ が0度以上であり、かつ52度未満のときには（原点Cb=Cr=0と第1の範囲d1の三角形を構成する周囲上の点とを結ぶ線が軸Cbと、原点Cb=Cr=0と頂点Aとを結ぶ線との間にあるとき）、式23により原点Cb=Cr=0の点から第1の範囲d1の周囲までの距離 $\max \theta O[\theta]$ が求まる。

【0109】

Bとを結ぶ線と、の間にあるとき）、式24によりこの距離が求まる。

【0111】

点Cとを結ぶ線と、の間にあるとき）、式25によりこの距離が求まる。

【0113】

のときには（原点Cb=Cr=0と第1の範囲d1の三角形を構成する周囲上の点とを結ぶ線が、原点Cb=Cr=0と頂点Cとを結ぶ線と、軸Cbと、の間にあるとき）、式26によりこの距離が求まる。

【0116】

$$Cb = (0 - 255) \times 0.5643$$

$$= -255 \times 0.5643$$

$$= -143.9 \quad \dots \text{式27}$$

【0121】この式27が第2の範囲d2の三角形の一边を構成する式である。

【0122】次に $Y=255$ において、 $R=0$ の境界を求める。式12に $Y=255$ 、 $R=0$ を代入すると、

$$Cr = (0 - 255) \times 0.7132$$

$$= -255 \times 0.7132$$

$$= -181.9 \quad \dots \text{式28}$$

【0123】この式28が第2の範囲d2の三角形の一边

を構成する式である。

【0124】さらに、 $Y=255$ 、 $G=0$ の境界を求める。式1に $Y=255$ 、 $G=0$ を代入すると、 $O=0.299 \times R + 0.587 \times G + 0.114 \times B$ ・・・式29が得られる。

【0125】また、式12および式13に $Y=255$ 、 $G=0$ を代入すると、式30および式31を得る。

$$Cr = (R - 255) \times 0.7132 \quad \dots \text{式31}$$

$$255 = 0.299 \times Cr / 0.7132 + 0.114 \times Cb / 0.5643 + 0.587 \times 255 \quad \dots \text{式34}$$

【0130】この式34を変形して整理すると、式35が得られる。

$$Cr = 357.0 - 0.4819 \times Cb \quad \dots \text{式35}$$

【0132】この式35が第2の範囲d2の三角形を構成する最後の辺を示している。

【0133】以上のようにして、式27、式28および式35から第2の範囲d2が求められると、 $Y=255$ のCbCr平面上における原点 $Cr=Cb=0$ の点から第2の範囲d2までの距離を算出するための式を求める。

【0134】第2の範囲d2を構成する三角形のうち、 $Cr=357.0 - 0.4819 \times Cb$ の辺と $Cb=143.9$ の辺との交点を頂点D、 $Cr=181.9$ の辺と $Cb=143.9$ の辺との交点を頂点E、 $Cr=-357.0 - 0.4819 \times Cb$ の辺と $Cb=143.9$ の辺との交点を頂点Fとする。

$$\max \theta_{255}[\theta] = \sqrt{(Cr \times Cr + Cb \times Cb)} \quad \dots \text{式36}$$

【0138】但し、 $Cr=357.0 / (1 + 0.4819 / \tan(\theta))$ 、(式35に $Cb=Cr / \tan(\theta)$ を代入することにより得られる)であり、 $Cb=357.0 / \tan(\theta) / (1 + 0.4819 / \tan(\theta))$ 、($Cb=Cr / \tan(\theta)$ に式35を代入することにより得られる)である。

【0139】角 θ が110度以上であり、かつ232度未満

$$\max \theta_{255}[\theta] = \sqrt{\{143.9 \times 143.9 + (143.9 \times \tan(\theta))^2\}} \quad \dots \text{式37}$$

【0141】角 θ が232度以上であり、かつ351度未満のときには(原点 $Cb=Cr=0$ と第2の範囲d2の三角形を構成する周囲上の点とを結ぶ線が、原点 $Cb=Cr=0$ と頂点Eとを結ぶ線と、原点 $Cb=Cr=0$ と頂

$$\max \theta_{255}[\theta] = \sqrt{\{181.9 \times 181.9 + (181.9 \times \tan(\theta))^2\}} \quad \dots \text{式38}$$

【0143】角 θ が351度以上であり、かつ360度未満のときには(原点 $Cb=Cr=0$ と第2の範囲d2の三角形を構成する周囲上の点とを結ぶ線が、原点 $Cb=Cr=0$ と頂点Fとを結ぶ線と、原点 $Cb=Cr=0$ と頂

$$\max \theta_{255}[\theta] = \sqrt{(Cr \times Cr + Cb \times Cb)} \quad \dots \text{式39}$$

【0145】図16は、最大彩度を算出する処理手順を示すフローチャートである。

【0146】上述のように、最小輝度($Y=0$)においてRGBの各画像データが最大値以下の値である第1の範囲の彩度および最大輝度($Y=255$)においてRGBの各画像データが最小値以上の値である第2の範囲の彩度がそれぞれ算出される(ステップ51、52)。算出された彩度は角度ごとに(色相ごとに)対応して記憶される。

【0147】次に、最大彩度を求めるべき与えられる画

$$Cb = (B - 255) \times 0.5643 \quad \dots \text{式32}$$

【0126】式31および式32を変形すると、式33および式34となる。

$$Cr = Cr / 0.7123 + 255 \quad \dots \text{式33}$$

$$B = Cb / 0.5643 + 255 \quad \dots \text{式34}$$

【0128】式32および式33を式29に代入すると、式34が得られる。

$$Cr = Cr / 0.7123 + 255 \quad \dots \text{式34}$$

【0135】上述した第1の範囲d1における場合と同様に、原点 $Cb=Cr=0$ と第2の範囲d2の三角形を構成する周囲上の点とを結ぶ線と θ と、 Cb 軸とのなす角を θ (この θ は、上述したように色相を表している。)とすると、この角 θ ごとに、原点 $Cb=Cr=0$ の点から第2の範囲d2の辺までの距離 $\max \theta_{255}[\theta]$ は異なる。

【0136】角 θ が0度以上であり、かつ110度未満のときには(原点 $Cb=Cr=0$ と第2の範囲d2の三角形を構成する周囲上の点とを結ぶ線が Cb と、原点 $Cb=Cr=0$ と頂点Dとを結ぶ線との間にあるとき)、式36により原点 $Cb=Cr=0$ の点から第2の範囲d2の辺までの距離が求まる。

$$\max \theta_{255}[\theta] = \sqrt{(Cr \times Cr + Cb \times Cb)} \quad \dots \text{式36}$$

のときには(原点 $Cb=Cr=0$ と第2の範囲d2の三角形を構成する周囲上の点とを結ぶ線が、原点 $Cb=Cr=0$ と頂点Dとを結ぶ線と、原点 $Cb=Cr=0$ と頂点Eとを結ぶ線と、の間にあるとき)、式37によりこの距離が求まる。

$$\max \theta_{255}[\theta] = \sqrt{\{143.9 \times 143.9 + (143.9 \times \tan(\theta))^2\}} \quad \dots \text{式37}$$

点Fとを結ぶ線と、の間にあるとき)、式38によりこの距離が求まる。

$$\max \theta_{255}[\theta] = \sqrt{(Cr \times Cr + Cb \times Cb)} \quad \dots \text{式39}$$

素の最小輝度における第1の範囲の最大彩度(これを第1の最大彩度ということにする)が算出される(ステップ53)。与えられる画素の色相からこの第1の最大彩度が算出される。

$$\max \theta_{255}[\theta] = \sqrt{(Cr \times Cr + Cb \times Cb)} \quad \dots \text{式39}$$

【0148】たとえば、与えられる画素が $Y=150$ 、 $Cr=10$ 、 $Cb=10$ であるとするとき、色相 θ は、45度となる。第1の最大彩度を求めるために式23にこれらの値が代入される。すると、式40から第1の最大彩度が得られる。

【0149】

$$\max \theta 0 [45] = \sqrt{143.9 \times 143.9 + (143.9 \times 0.5)^2} = 161 \quad \dots \text{式40}$$

【0150】 つづいて、最大彩度を求めるべき与えられる画素の最大輝度において取り得る最大彩度（これを第2の最大彩度ということにする）が算出される（ステップ

$$\max \theta 255 [45] = \sqrt{181.8 \times 181.8 + 363.6 \times 363.6} = 407 \quad \dots \text{式41}$$

【0152】 このように式40および式41から第1の最大彩度および第2の最大彩度を算出してもよいが、ステップ51および52において算出された彩度が記憶されているので、その記憶されている彩度から対応する第1の最大彩度および第2の最大彩度を抽出してもよいとはいってもない。

【0153】 最大彩度を求めるべき画素の輝度は $Y=150$ であるから、算出された第1の最大彩度を、輝度に応じて比例配分する。すると、輝度に応じた第1の最大彩

$$r_2 = \max \theta 255 [45] \times (255 - 150) / 255 = 168 \quad \dots \text{式43}$$

【0157】 輝度を考慮して得られた第1の最大彩度と第2の最大彩度とのうち、値の小さい方の彩度が、求めるべき画素の最大彩度 C_{\max} と決定される（ステップ57）。

【0158】 このようにして、上述した最大彩度 C_{\max} が算出されたこととなる。

【0159】 図17は、最小輝度における第1の範囲の最大彩度の算出処理（図16、ステップ51の処理）の手順を示すフローチャートである。

【0160】 上述したように色相ごとに最大彩度が算出されるから角度 θ が0にリセットされる（ステップ61）。

【0161】 角度 θ が0度以上52度未満かどうか（ステップ62）、52度以上170度未満かどうか（ステップ64）、170度以上289度未満かどうか（ステップ66）、289度以上360度未満かどうか（ステップ68）がチェックされる。

【0162】 角度 θ が0度以上52度未満であれば（ステップ62でYES）、上述したように式23にしたがって最大彩度が算出される（ステップ63）。算出された最大彩度は、角度 θ に対応して記憶される。つづいて θ が1度インCREMENTされる（ステップ71）。角度 θ が360度となるまで、ステップ62から70までの処理が繰り返される（ステップ72）。

【0163】 角度 θ が52度以上170度未満であれば（ステップ64でYES）、式24にしたがって最大彩度が算出される（ステップ65）。同様にして、角度 θ が170度以上289度未満であれば（ステップ66でYES）、式25にしたがって最大彩度が算出され（ステップ67）、角度 θ が289度以上360度未満であれば（ステップ68でYES）、式26にしたがって最大彩度が算出される（ステップ69）。

【0164】 ステップ62、64、66、68のすべてにおいてNOとなるとエラー処理が行われる（ステップ70）。

【0165】 図18は、最大輝度において取り得る最大彩

度（式36に $C_r=10$ 、 $C_b=10$ 、色相 $\theta=45$ 度が代入されると、式41から第2の最大彩度が得られる。

【0151】

度が得られる（ステップ55）。具体的には、式42により第1の最大彩度（ r_1 ）が得られる。

【0154】

$$r_1 = \max \theta 0 [45] \times 150 / 255 = 95 \quad \dots \text{式42}$$

【0155】 同様にして、算出された第2の最大彩度を、輝度に応じて比例配分する。すると、輝度に応じた第2の最大彩度が得られる（ステップ56）。具体的には、式43により第2の最大彩度 r_2 が得られる。

【0156】

度の算出処理（図16、ステップ52の処理）の手順を示すフローチャートである。

【0166】 上述したように色相ごとに最大彩度が算出されるから角度 θ が0にリセットされる（ステップ1）。

【0167】 角度 θ が0度以上110度未満かどうか（ステップ82）、110度以上232度未満かどうか（ステップ84）、232度以上351度未満かどうか（ステップ86）、351度以上360度未満かどうか（ステップ88）がチェックされる。

【0168】 角度 θ が0度以上110度未満であれば（ステップ82でYES）、上述したように式36にしたがって最大彩度が算出される（ステップ83）。算出された最大彩度は、角度 θ に対応して記憶される。つづいて θ が1度インCREMENTされる（ステップ91）。角度 θ が360度となるまで、ステップ82から90までの処理が繰り返される（ステップ92）。

【0169】 角度 θ が110度以上232度未満であれば（ステップ84でYES）、式37にしたがって最大彩度が算出される（ステップ85）。同様にして、角度 θ が232度以上351度未満であれば（ステップ86でYES）、式38にしたがって最大彩度が算出され（ステップ87）、角度 θ が351度以上360度未満であれば（ステップ88でYES）、式39にしたがって最大彩度が算出される（ステップ89）。

【0170】 ステップ82、84、86、88のすべてにおいてNOとなるとエラー処理が行われる（ステップ90）。

【0171】 上述したように図17および図18においては、 $Y=0$ の最小輝度および $Y=255$ の最大輝度ごとに $Y=0$ における最大彩度および $Y=255$ における最大彩度を算出して2種類の異なる輝度において取り得る最大彩度を算出しているが、 $Y=0$ と $Y=255$ のように2つの輝度の相加平均が $Y=128$ の中間輝度となる場合には、一方の輝度において取り得る最大彩度を算出する式を利用して他方の輝度において取り得る最大彩度を算出

することもできる。

【0172】図19は、他方の輝度において取り得る最大彩度を算出する処理手順を示すフローチャートである。

【0173】上述したのと同様に角度 θ が0にリセットされる(ステップ101)。

【0174】角度 θ が180度未満の場合には(ステップ102でYES)、式44にしたがって最大彩度が算出される(ステップ103)。角度 θ が180度以上となると(ステップ102でNO)、式45にしたがって最大彩度が算出される(ステップ104)。

【0175】

$$\max \theta 0[\theta] = \max \theta 255(\theta + 180) \quad \dots \text{式44}$$

$$\max \theta 0[\theta] = \max \theta 255(\theta + 180 - 360) \quad \dots \text{式45}$$

【0176】角度 θ が1度ずつインクリメントされて(ステップ105)、角度 θ が360度なるまでステップ102から104の処理が繰り返される(ステップ106)。

【0177】一方の輝度において取り得る最大彩度を算出する式を利用して他方の輝度において取り得る最大彩度を算出することができるようになる。

【0178】図20は、彩度補正曲線の一例である。

【0179】上述したように図6に示す彩度補正曲線は円弧のものであるが、図20に示す彩度補正曲線は、2つの直線からなる折れ線の例である。このような補正曲線にもとづく彩度補正が一駒の画像を構成するすべての画素について行われる。

【0180】彩度補正曲線は、入力を C_{in} 、出力を C_{out} とし、入力 C_{in} の最大値を1とすると、入力が0.5までは式46にしたがう補正が行われ、入力が0.5から1.0までは式47にしたがう補正が行われるものである。

$$C_{out} = C_{in} \times 1.6 \quad \dots \text{式46}$$

$$C_{out} = (C_{in} - 0.5) \times 0.4 + 0.8 \quad \dots \text{式47}$$

【0182】図21は、ある色相での輝度と彩度との関係を示すグラフである。

【0183】このグラフにおいて横軸が彩度を表し、縦軸が輝度を表している。また、領域A内がその輝度において存在可能な彩度の範囲を示している。領域Aの枠線L1がその輝度において取り得る最大彩度を示している。

【0184】輝度が最小輝度(黒)から高くなるにつれ、最大彩度は序々に大きくなり、ある輝度 Y_s (最適彩度ということにする)において最大彩度が最高となる。

【0185】与えられた画素がP1で表されるものとする。この画素P1の彩度は C_{p1} であり、輝度は $Y1$ である。この画素P1の最大彩度は、 C_{p1max} であり、この最大彩度 C_{p1max} 以上に彩度を向上させることはできない。

【0186】ところが、画素P1と同じ彩度 C_{p1} であ

$$k2 = (\text{補正すべき画素の彩度}) \times k1 / (\text{彩度しきい値}) \quad \dots \text{式48}$$

【0196】上述した ΔY に、算出された補正係数 $k2$

り、輝度が最適輝度 Y_s に近い輝度 $Y2$ をもつ画素P2を考える。この画素P2の最大彩度は、画素P1の最大彩度 C_{p1max} よりも大きな最大彩度 C_{p2max} である。したがって、色相および彩度が同じであれば、輝度を最適輝度に近づけることにより、最大彩度を上げることができることが分かる。

【0187】図22は、色相と彩度しきい値との関係を示すグラフであり、図23は、最大彩度を上げるために用いられる補正係数 $k1$ と色相との関係を示している。図24は、最大彩度変更処理を示すフローチャートである。

【0188】対象とすべき画素の彩度がしきい値以下かどうかチェックされる(ステップ111)。図22に示すように補正すべき画素の色相に応じたしきい値が定められている。たとえば、画素の色相が100度以下および150度以上のときは、彩度しきい値は30である。画素の色相が130度であれば、彩度しきい値は、60である。画素の色相が100度から130度の間であれば、色相に応じて、彩度しきい値は、30から60を結ぶ線によって決定する。画素の色相が130度から150度の間であれば、色相に応じて、彩度しきい値は、60から30を結ぶ線によって決定する。

【0189】画素の彩度がしきい値以下であれば(ステップ111でYES)、次のようにして第1の補正量が算出される(ステップ112)。

【0190】図23を参照して補正係数 $k1$ が決定される。

【0191】この補正係数は、図23から分かるように色相に応じて値が変わるものである。対象とすべき画素の色相が100度以下および150度以上であれば、補正係数 $k1$ は200とされる。色相が130度であれば、補正係数 $k1$ は100とされる。色相が100度から130度までの間のときには、200度から100度の間で色相が大きくなるにつれ補正係数 $k1$ が線形的に小さくなる。色相が130度から150度までの間のときには、100度から200度の間で色相が大きくなるにつれ、補正係数 $k1$ が線形的に大きくなる。

【0192】変更されるべき画素の輝度と最適輝度との差 ΔY が求められる。求められた ΔY に補正係数 $k1$ が掛けられ、256で除される。得られた値が第1の補正量である。

【0193】このようにして得られた第1の補正量が、補正すべき画素の輝度に加算される(ステップ114)。最大彩度が大きくなる。

【0194】画素の彩度がしきい値よりも大きければ(ステップ111でNO)、式48にしたがって補正係数 $k2$ が算出される。

【0195】

が掛けられ、256で除されることにより、第2の補正量

が得られる(ステップ113)。第2の補正量が、補正すべき画素の輝度に加算される(ステップ114)。

【0197】グレーの画素が与えられた場合、彩度は0であり補正係数は0となるので輝度は変化しない。画素の色(色差でもよい)がグレーに近いほど輝度の変化量は小さくなる。

【0198】上述の実施例においては、補正の程度にかかわらず画素の輝度を変更しているが、補正の程度を制限するようにしてもよい。たとえば、補正すべき画素の輝度と最適輝度との差 ΔY を-16から16の範囲に制限する。画素の輝度が余り変わらないで済む。

【0199】図25から図27は他の実施例を示すものである。

【0200】図25は、上述した図5に対応するもので、輝度 $Y=56$ における $Cb-Cr$ 色差平面を示している。

【0201】ある画素 $C1$ に着目した場合、その画素 $C1$ の最大彩度は、上述したように C_{max1} である。ところが、その画素 $C1$ の色相 θ を θ から θ_1 に変更すると、輝度が同一であるにもかかわらず、最大彩度をさらに向上させることができる。

【0202】図26は、具体的な色相変換を示すグラフL2である。

【0203】横軸が入力色相であり、縦軸が出力色相である。色相をグラフL2にしたがって変換することにより、上述したように最大彩度をさらに向上させることができるようになる。

【0204】図27は、最大彩度変換処理の処理手順を示すフローチャートである。

【0205】まず、図26に示すような特性を与える色相変換テーブルが作成される(ステップ121)。

【0206】作成された色相変換テーブルにもとづいて、彩度を向上させるべき画素の色相が同一輝度を保ちつつ変換される(ステップ122)。最大彩度が向上することとなる。もっとも、上述したように輝度も変化させて最大彩度をさらに向上させてもよい。

【0207】図28から図30は、さらに他の実施例を示すものである。

【0208】上述した実施例においては、彩度を補正すべき画素が最大彩度のときには、色つぶれを防止するために補正しないでそのまま出力するような補正曲線にもとづいて補正しているが、この実施例は、最大彩度であってもさらに彩度を向上させるものである。

【0209】図28は、彩度変換のための補正曲線である。

【0210】この彩度補正曲線は、入力の最大を1.0とした場合、入力が0から0.5までは、上述した式46にしたがって彩度強調補正が行われる。入力が最大の1.0のときには、 $1+\Delta E$ の値となるように彩度強調補正が行われる。入力が0.5から1の間は入力が大きい程、0.8から $1+\Delta E$ の間のいずれかの値となる。

【0211】図29は、彩度補正曲線を決定するための ΔE を求めるためのグラフである。

【0212】まず、RGB色空間上において、彩度を補正すべき画素の位置と、 $R=255$ 、 $G=B=0$ の頂点、 $G=255$ 、 $R=B=0$ の頂点、 $B=255$ 、 $R=G=0$ の頂点、 $R=G=255$ 、 $B=0$ の頂点、 $R=B=255$ 、 $G=0$ の頂点および $G=B=255$ 、 $R=0$ の頂点との距離が算出される(上述したように簡単な三平方の定理により算出できる)。算出された各頂点までの距離のうちもっとも小さな距離が距離 r_{min} とされる。

【0213】このようにして求められた距離 r_{min} が図29の横軸であり、 ΔE が縦軸である。距離 r_{min} が30以下であれば、 ΔE は、20までの間で線形的に増加する。距離 r_{min} が30以上となると ΔE は、20となる。距離 r_{min} が小さいほど ΔE は、小さいので、彩度補正を強調しすぎて色つぶれを起こすということを未然に防止できる。また、距離 r_{min} が30以上であれば、 ΔE は、20に制限されるので、彩度補正を強調しすぎることもない。原色近くで100%以上の彩度強調を行うと色つぶれが発生するが、原色近くでなければ輝度および色相が変化するが色つぶれはない。

【0214】図30は、彩度補正の処理手順を示すフローチャートである。

【0215】上述したように、まず、彩度を補正すべき画素のRGB空間上の位置とそのRGB色空間上における各頂点との距離が算出され、上述した最小距離 r_{min} が決定される(ステップ131)。

【0216】決定した最小距離 r_{min} から図28にしたがって ΔE が決定し、彩度補正曲線が決定する(ステップ132)。

【0217】決定した彩度補正曲線を利用して画素の彩度が補正される(ステップ133)。

【0218】より色鮮やかな画素を得ることができるようになる。

【0219】上述した各処理は、彩度補正回路18において行なわれるであろう。また図20または図28に示す補正曲線は必要に応じて彩度補正曲線記憶回路15に記憶される。さらに彩度補正曲線を生成する等のために必要に応じてコンピュータ装置が用いられよう。

【0220】以上実際に画素ごとに処理を行う例を示したが、もちろん、三次元LUT(look-up table)の格子点に以上の処理を行った後、三次元LUT変換を行ってもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】YCbCr色空間を示している。

【図2】YCbCr色空間を示している。

【図3】YCbCr色空間を示している。

【図4】YCbCr色空間を示している。

【図5】所定の輝度での色再現領域を示すグラフである。

【図6】彩度補正曲線を示すグラフである。

【図7】所定の輝度での色再現領域および彩度補正曲線を示すグラフである。

【図8】彩度補正装置の電気的構成を示すブロック図である。

【図9】画像データ解析処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図10】彩度補正処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図11】YCbCr色空間を示している。

【図12】最小輝度のときにCbCr平面において取り得る彩度の第1の範囲を示している。

【図13】最小輝度のときにCbCr平面において取り得る彩度の第1の範囲を示している。

【図14】最大輝度のときにCbCr平面において取り得る彩度の第2の範囲を示している。

【図15】最大輝度のときにCbCr平面において取り得る彩度の第2の範囲を示している。

【図16】最大彩度算出処理を示すフローチャートである。

【図17】最小輝度において取り得る最大彩度の算出処理を示すフローチャートである。

【図18】最大輝度において取り得る最大彩度の算出処理を示すフローチャートである。

【図19】最大彩度の算出処理を示すフローチャートである。

【図20】彩度補正曲線を示している。

【図21】ある色相での彩度と輝度との関係を示すグラフである。

【図22】色相と彩度との関係を示すグラフである。

【図23】色相と補正係数との関係を示すグラフである。

【図24】最大彩度変更処理を示すフローチャートである。

【図25】所定の輝度での色再現域を示すグラフである。

【図26】色相変換を示すグラフである。

【図27】最大彩度変更処理を示すフローチャートである。

【図28】彩度補正曲線を示すグラフである。

【図29】彩度補正曲線を作成するためのパラメータを決定するグラフである。

【図30】彩度補正処理を示すフローチャートである。

【符号の説明】

12 画像データ展開メモリ

13 画像データ解析回路

14 色差補正値記憶回路

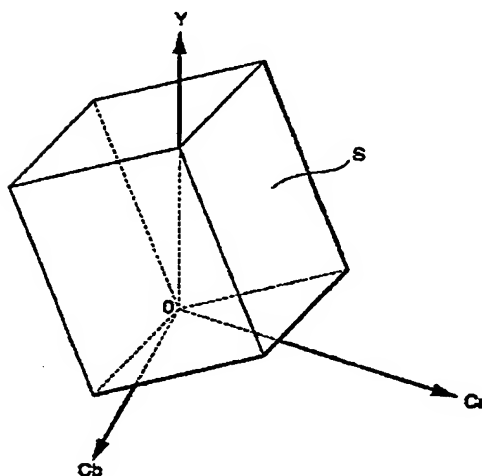
15 彩度補正曲線記憶回路

16 画像データ変換回路

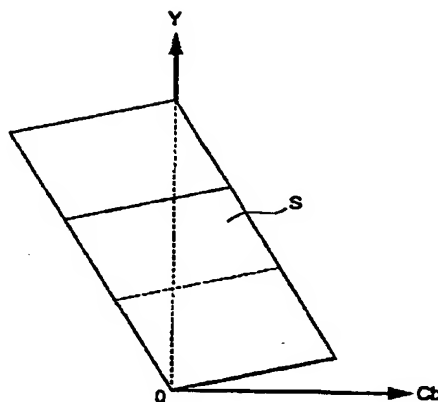
17 色差補正回路

18 彩度補正回路

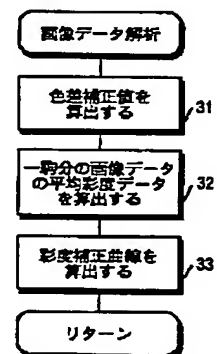
【図1】



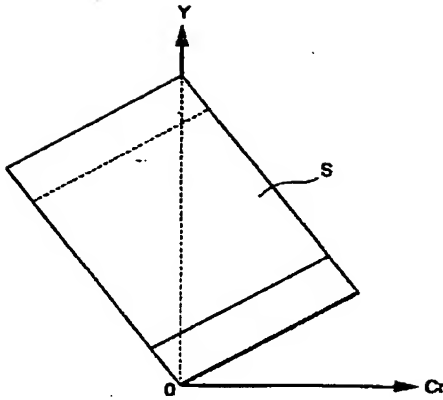
【図2】



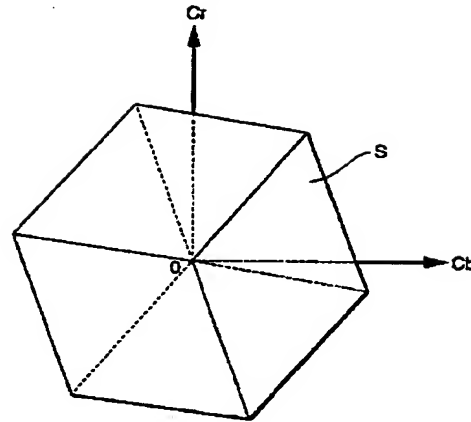
【図9】



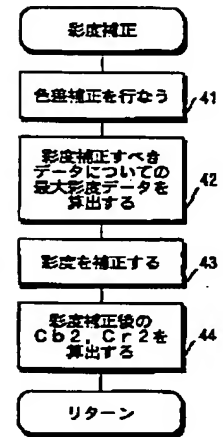
【図3】



【図4】

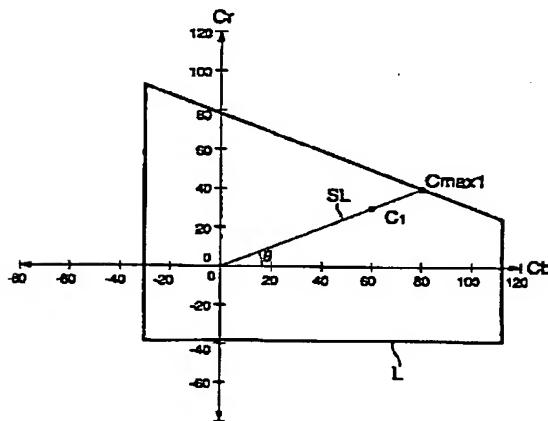


【図10】

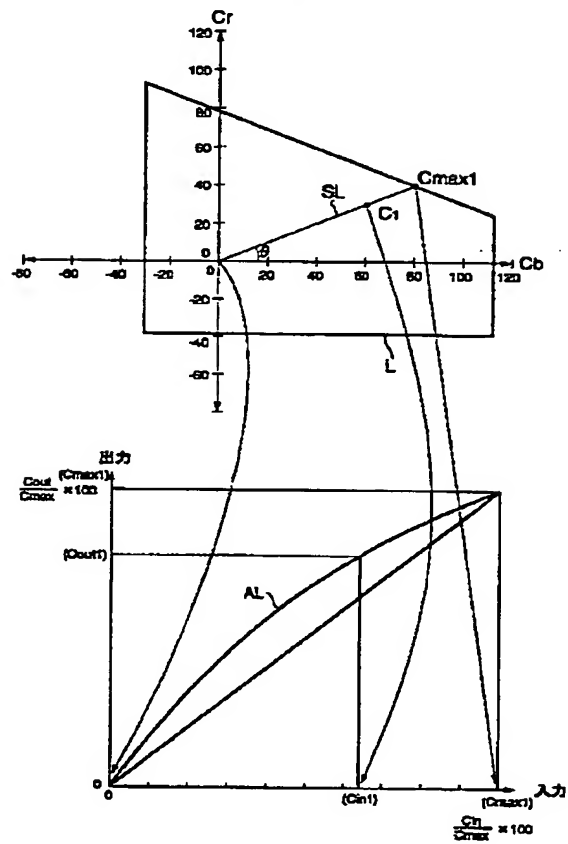


【図5】

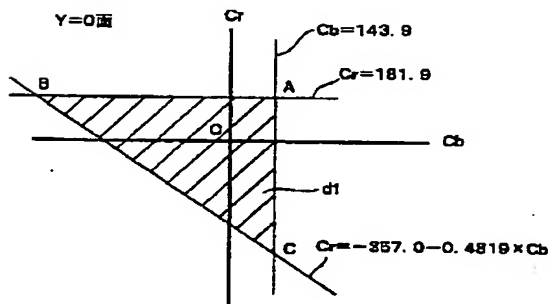
輝度Y=58におけるCb-Cr色座平面の色再現領域



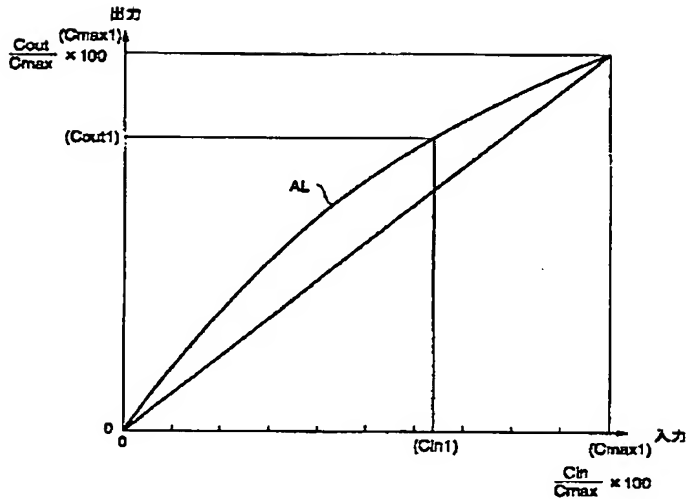
【図7】



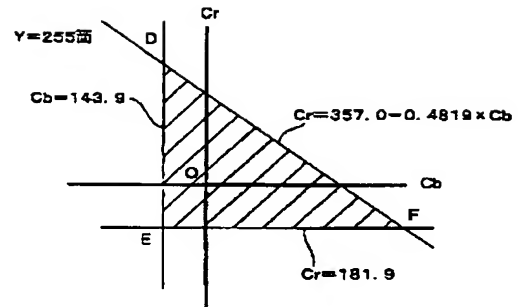
【図12】



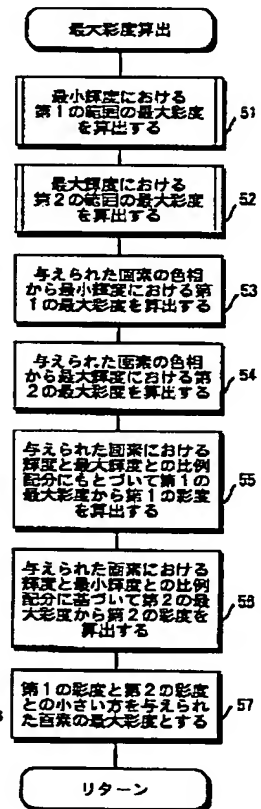
【図6】



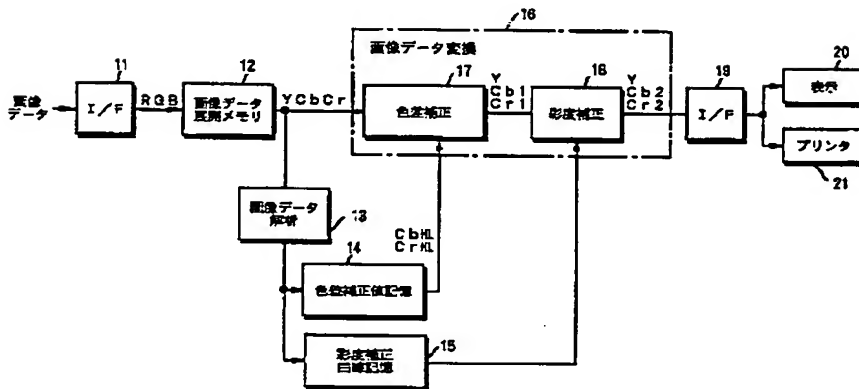
【図14】



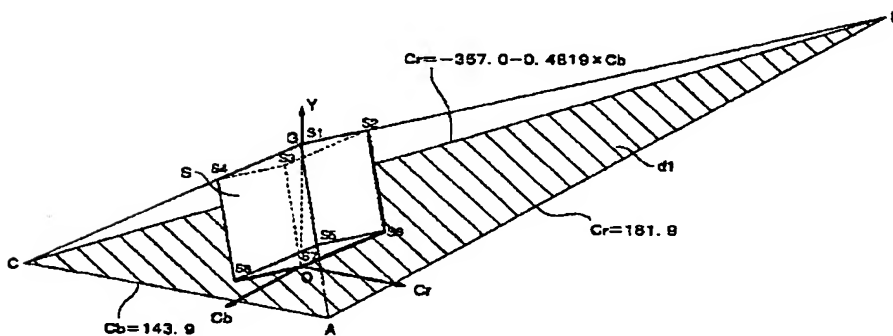
【図16】



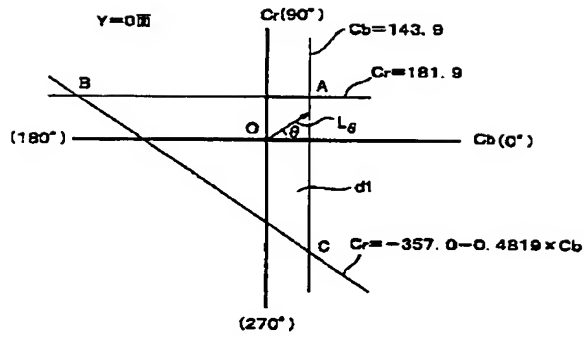
【図8】



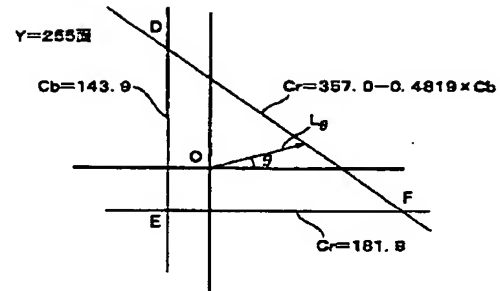
【図11】



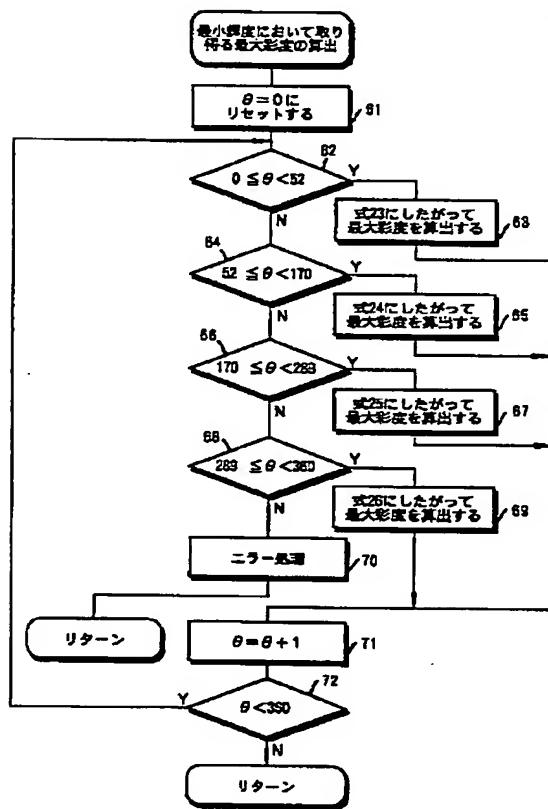
【図13】



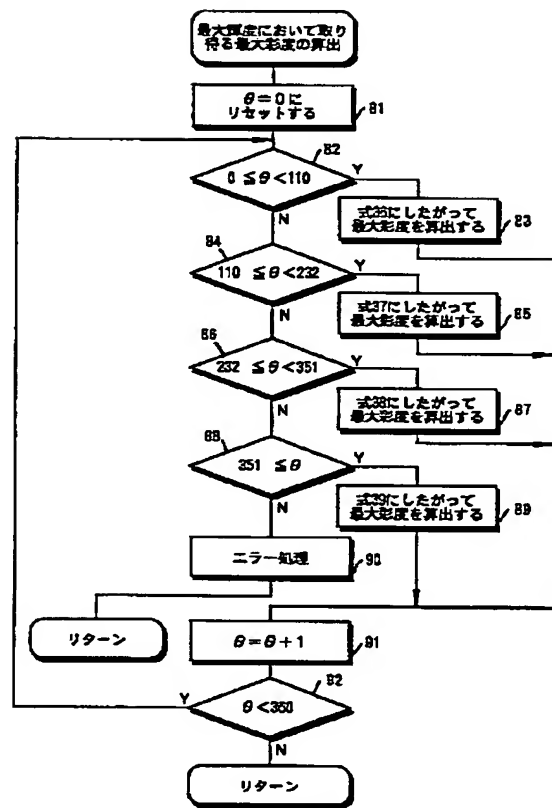
【図15】



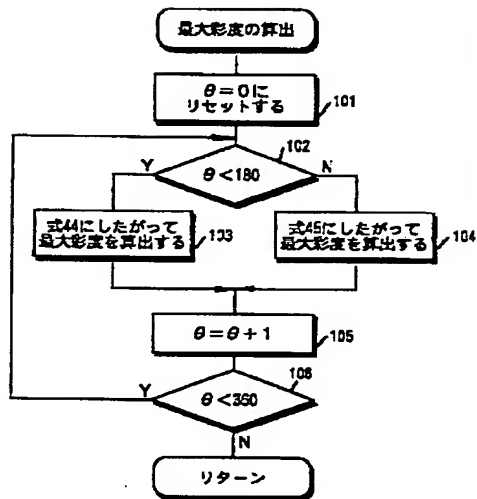
【図17】



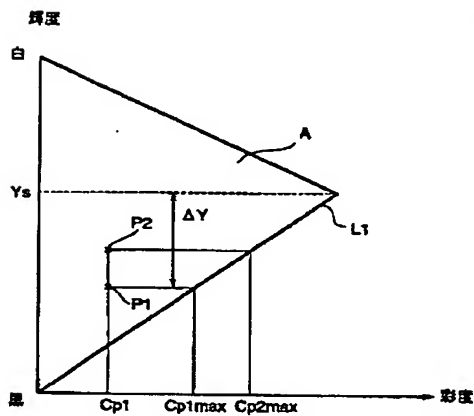
【図18】



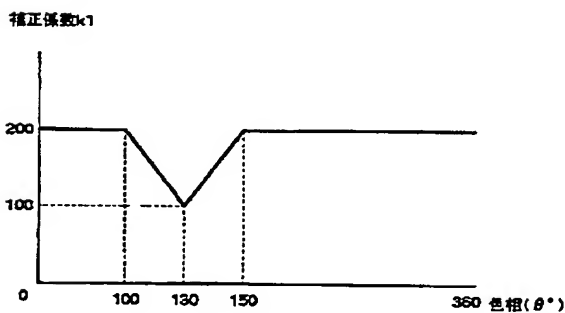
【図19】



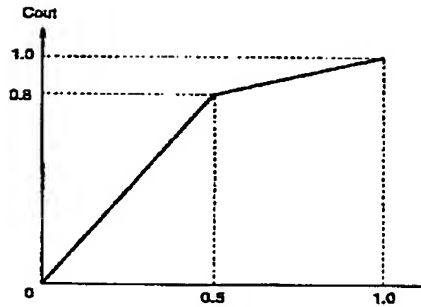
【図21】



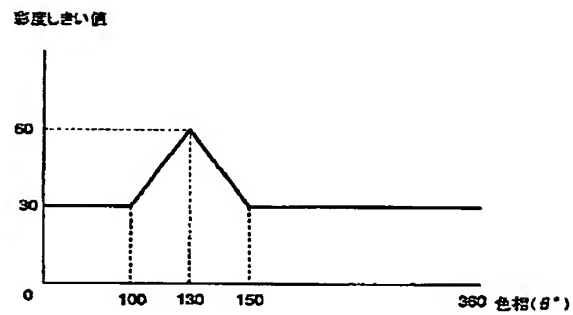
【図23】



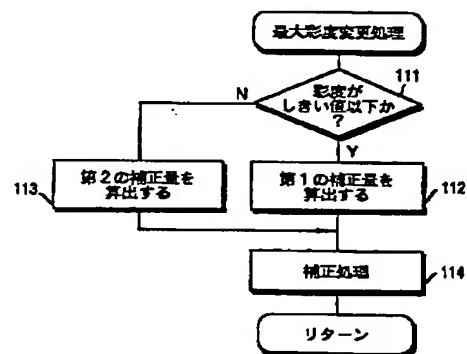
【図20】



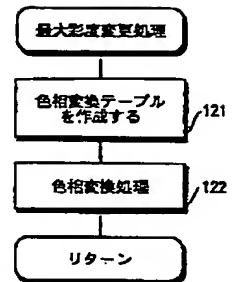
【図22】



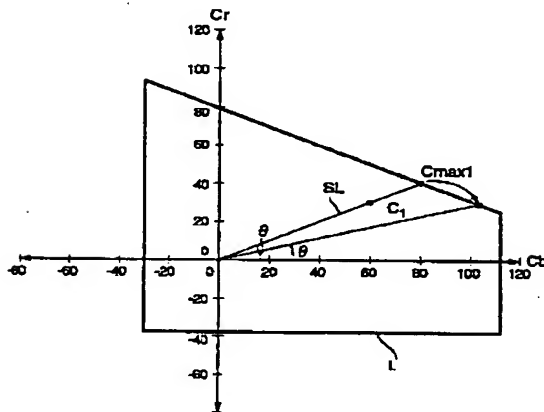
【図24】



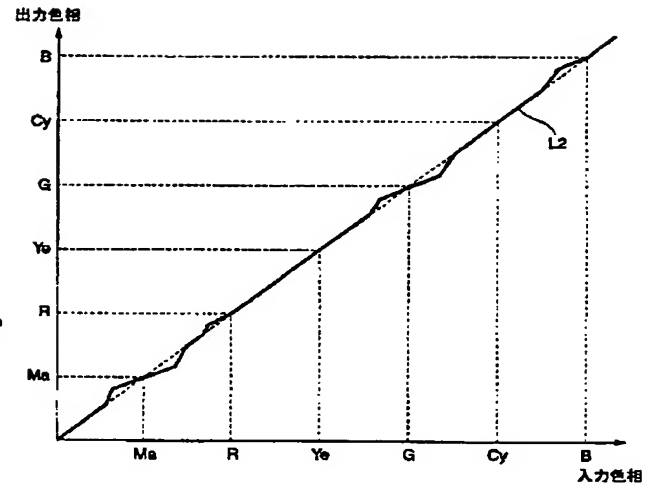
【図27】



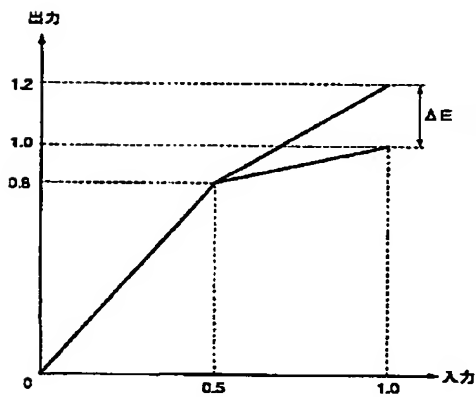
【図25】

輝度 $Y=58$ における $Cb-Cr$ 色差平面の色再現領域

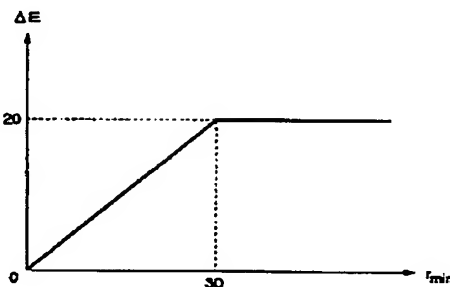
【図26】



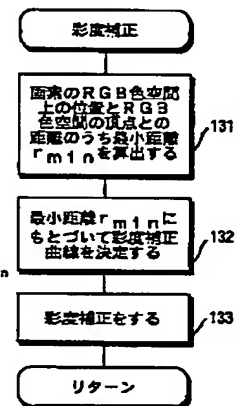
【図28】



【図29】



【図30】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5B057 BA02 CA01 CA08 CA12 CA16
 CB01 CB08 CB12 CB16 CC01
 CE17 CE18 CH08 DA16 DA17
 5C066 AA05 AA11 CA08 EA05 GA02
 GA05 JA01
 5C077 LL19 MP08 PP32 PP34 PP35
 PP37 PP43 PP46 PQ08 PQ12
 PQ20 PQ23 SS01
 5C079 HB01 HB04 HB06 HB11 LA31
 LB00 MA04 MA11 NA02

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.